



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DEL TAMAÑO Y PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO EN UN CONCRETO ESTRUCTURAL SOBRE SU COMPRESIÓN, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO Y DEFORMACIÓN, TRUJILLO - 2018

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Br. Contreras Gonzales, Rodrigo Jose

Asesor:

Ing. Iván Vásquez Alfaro

Trujillo – Perú
2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Rodrigo Jose Contreras Gonzales**, denominada:

**“INFLUENCIA DEL TAMAÑO Y PORCENTAJE DE CAUCHO RECICLADO EN
UN CONCRETO ESTRUCTURAL SOBRE SU COMPRESIÓN,
ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO Y DEFORMACIÓN, TRUJILLO - 2018”**

Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro
ASESOR

MBA Ing. Ricardo Ávalos Alayo
JURADO
PRESIDENTE

MBA Ing. Josualdo Villar Quiroz
JURADO

Ing. Alberto Vásquez Díaz
JURADO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación	16
1.4. Limitaciones.....	17
1.5. Objetivos.....	18
1.5.1. Objetivo general	18
1.5.2. Objetivos específicos	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. Concreto.....	22
2.3. Hipótesis	33
2.3.1. Hipótesis general.....	33
2.3.2. Hipótesis específicas.....	33
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	35
3.1. Operacionalización de variables	35
3.1.1. Variable independiente	35
3.1.2. Variables dependientes.....	35
3.2. Diseño de investigación.....	36
3.3. Unidad de estudio.....	36
3.4. Población	37
3.5. Muestra.....	37
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	37
3.6.1. Técnica de recolección de datos y análisis de datos	37
3.6.2. Instrumentos y procedimientos de recolección de datos	38
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	56
4.1. Caracterización de agregados.....	56
4.1.1. Agregado fino y grueso	56
4.2. Diseño de mezcla	57
4.3. Ensayos de concreto en estado fresco	58
4.3.1. Asentamiento ASTM C143.....	58
4.3.2. Peso unitario ASTM C138.....	58

4.4.	Ensayos de concreto en estado endurecido	59
4.4.1.	Resistencia a la compresión ASTM C39.....	59
4.4.2.	Deformación ASTM C469	60
4.5.	Análisis de costos	61
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN		62
5.1.	Cemento	62
5.2.	Aditivo superplastificante	62
5.3.	Caracterización de agregados.....	63
5.4.	Propiedades del concreto en estado fresco	66
5.4.1.	Asentamiento ASTM C143.....	66
5.4.2.	Peso unitario ASTM C138.....	67
5.5.	Propiedades del concreto en estado endurecido	68
5.5.1.	Resistencia a la compresión ASTM C39.....	68
5.5.2.	Deformación ASTM C469	72
CONCLUSIONES.....		73
RECOMENDACIONES		75
REFERENCIAS.....		76
APÉNDICE		82
Apéndice N.º 1. Resultados de caracterización de materiales para el concreto.		82
Apéndice N.º 2. Diseño de mezcla por el método ACI 211.		86
Apéndice N.º 3. Resultados de ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.....		90
Apéndice N.º 4. Análisis de costos del concreto estructural con adición de caucho.....		102
Apéndice N.º 5. Procesamiento estadístico de ensayos del concreto.....		107
ANEXOS.....		119
Anexo N.º 1. Informe de ensayos de laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo.		119
Anexo N.º 2. Certificado de calibración de equipos.....		122
Anexo N.º 3. Fichas técnicas de materiales.....		124
Anexo N.º 4. Panel fotográfico.		128
Anexo N.º 5. Fichas de observación.....		133

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Resultados del asentamiento del concreto con caucho.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2: Compresión en diferentes días de curado</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3: Resistencia a la compresión (f'_c) y módulo de elasticidad (E_c)</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4: Resistencia a la compresión promedio del concreto</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 5: Clasificación de los cementos</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 6: Clasificación de los aditivos</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 7: Composición de un neumático.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 8: Planteamiento de la hipótesis general</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 9: Hipótesis específica para la compresión.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 10: Hipótesis específica para el asentamiento.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 11: Hipótesis específica para el peso unitario.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 12: Hipótesis específica para la deformación</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 13: Operacionalización de variables</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 14: Variables de estudio.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 15: Cálculo del concreto y las probetas a utilizar.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 16: Densidad del agua en función de la temperatura</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 17: Peso unitario suelto y compactado seco de los agregados.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 18: Clasificación de los agregados según su peso unitario</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 19: Contenido de humedad de los agregados</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 20: Peso específico y absorción del agregado fino.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 21: Peso específico y absorción del agregado grueso.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 22: Husos granulométricos de los agregados.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 23: Análisis granulométrico para agregado fino.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 24: Análisis granulométrico para el agregado grueso.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 25: Factor de seguridad del concreto.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 26: Relación agua/cemento</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 27: Cantidad de agua L/m^3.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 28: Tamaño máximo nominal vs módulo de finura del agregado</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 29: Dosificación para 3 probetas de 10 cm x 20 cm de diámetro y alto.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 30: Asentamiento del concreto con el cono de Abrams.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 31: Consistencia del concreto por su asentamiento</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 32: Peso unitario del concreto en estado fresco.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 33: Resistencia a la compresión del concreto.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 34: Deformación y módulo de elasticidad del concreto.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 35: Caracterización del agregado grueso y agregado fino</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 36: Dosificación de la mezcla de concreto por metro cúbico.....</i>	<i>57</i>

Tabla 37: Asentamiento del concreto con adición de caucho.....	58
Tabla 38: Peso unitario del concreto con caucho	58
Tabla 39: Resistencia a la compresión del concreto a 28 y 56 días de curado.....	59
Tabla 40: Deformación y módulo de elasticidad promedio del concreto con adición de caucho. ...	60
Tabla 41: Costos de producción del concreto estructural con 3% de adición de caucho.....	61
Tabla 42: Propiedades físicas del cemento tipo ICo.....	62
Tabla 43: Propiedades del superplastificante ViscoCrete 3330	63
Tabla 44: Resistencia de los materiales elastoméricos en distintos ambientes	71
Tabla 45: Textura granulométrica del agregado grueso.	82
Tabla 46: Textura granulométrica del agregado fino.	83
Tabla 47: Contenido de humedad del agregado grueso (AG) y fino (AF).	84
Tabla 48: Peso unitario del agregado grueso (AG) y fino (AF).	84
Tabla 49: Peso específico y absorción del agregado grueso (AG).	84
Tabla 50: Peso específico y absorción del agregado fino (AF).	85
Tabla 51: Equivalente de arena del agregado fino.	85
Tabla 52: Volumen de materiales por 1m ³ para el concreto.	88
Tabla 53: Dosificación de concreto por bolsa de cemento.	89
Tabla 54: Asentamiento del concreto con adición de caucho.....	90
Tabla 55: Peso unitario del concreto con adición de caucho.....	91
Tabla 56: Resistencia a la compresión a los 28 días.....	93
Tabla 57: Resistencia a la compresión a los 56 días.....	96
Tabla 58: Deformación y módulo de elasticidad del concreto.	99
Tabla 59: Análisis de costos del concreto estructural.....	102
Tabla 60: Costo del concreto estructural con adición de aditivo superplastificante.	103
Tabla 61: Costo del concreto estructural con superplastificante y grano de caucho.....	104
Tabla 62: Costo del concreto estructural con superplastificante y polvillo de caucho.....	105
Tabla 63: Costo del concreto estructural con superplastificante y caucho combinado.	106
Tabla 64: Puntos porcentuales de la distribución $F_{0.05, v1, v2}$	108
Tabla 65: Normalidad de la resistencia a la compresión a los 28 días.....	109
Tabla 66: Cálculo de la $F_{experimental}$ para los valores del $f'c$ a 28 días.	109
Tabla 67: Estimación de Y_j y Y_i para el $f'c$ a 28 días.	109
Tabla 68: Resumen del análisis ANAVA para los resultados del $f'c$ a 28 días.	112
Tabla 69: Normalidad de la resistencia a la compresión a los 56 días.....	112
Tabla 70: Cálculo de la $F_{experimental}$ para los valores del $f'c$ a 56 días.	113
Tabla 71: Estimación de Y_j y Y_i para el $f'c$ a 56 días.	113
Tabla 72: Resumen del análisis ANAVA para los resultados del $f'c$ a los 56 días.	113
Tabla 73: Normalidad para el asentamiento del concreto con caucho.	114
Tabla 74: Cálculo de la $F_{experimental}$ para los valores del asentamiento.....	114

<i>Tabla 75: Estimación de Y_j y Y_i para el asentamiento.</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 76: Resumen del análisis ANAVA para los resultados del asentamiento.</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 77: Normalidad para el peso unitario del concreto con caucho.</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 78: Cálculo de la $F_{experimental}$ para los valores del peso unitario.</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 79: Estimación de Y_j y Y_i para el peso unitario.</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 80: Resumen del análisis ANAVA para los resultados del peso unitario.</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 81: Normalidad para la deformación del concreto con caucho.</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 82: Cálculo de la $F_{experimental}$ para los valores de la deformación.</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 83: Estimación de Y_j y Y_i para la deformación.</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 84: Resumen del análisis ANAVA para los resultados de deformación.</i>	<i>118</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Esquema del proyecto de investigación.</i>	16
<i>Figura 2: Tipos de cimentaciones superficiales de una estructura</i>	23
<i>Figura 3: Cemento Extraforte ICo</i>	25
<i>Figura 4: Composición química de los Naftalenos – Sulfonatos</i>	27
<i>Figura 5: Composición química de las melaminas – sulfonatos</i>	27
<i>Figura 6: Composición química de los Copolímeros de vinilo</i>	28
<i>Figura 7: Composición química de los policarboxilatos</i>	28
<i>Figura 8: Composición química del estireno – butadieno</i>	29
<i>Figura 9: Dimensiones de la probeta cilíndrica.</i>	36
<i>Figura 10: Proceso de investigación.</i>	38
<i>Figura 11: Especificaciones del molde para ensayo de asentamiento</i>	49
<i>Figura 12: Curva granulométrica del agregado fino y grueso.</i>	65
<i>Figura 13: Asentamiento del concreto con adición de caucho.</i>	66
<i>Figura 14: Peso unitario del concreto con caucho adicionado.</i>	67
<i>Figura 15: Resistencia a la compresión a 28 días del con concreto con adición de caucho.</i>	69
<i>Figura 16: Resistencia a la compresión a 56 días del concreto con adición de caucho.</i>	70
<i>Figura 17: Probeta a 56 días y 9% de adición de grano de caucho.</i>	71
<i>Figura 18: Deformación del concreto con adición de caucho.</i>	72
<i>Figura 19: Curva granulométrica del agregado grueso.</i>	82
<i>Figura 20: Curva granulométrica del agregado fino.</i>	83
<i>Figura 21: Reservorio de agua potable en el AA.HH Brisas del Mar - Huanchaco</i>	128
<i>Figura 22: Secado de la muestra de agregado fino.</i>	128
<i>Figura 23: Ensayo granulométrico de los agregados.</i>	129
<i>Figura 24: Ensayo de asentamiento de la mezcla patrón.</i>	129
<i>Figura 25: Resistencia a la compresión de probetas.</i>	130
<i>Figura 26: Ensayo de deformación de probetas</i>	130
<i>Figura 27: Distribución del caucho granulado al 1%, 2% y 3%.</i>	131
<i>Figura 28: Distribución del caucho granulado al 4%, 5% y 6%.</i>	131
<i>Figura 29: Distribución del caucho granulado al 7%, 8% y 9%.</i>	132

RESUMEN

El concreto es el material más empleado en el sector de la construcción a nivel internacional, debido a su capacidad para adquirir cualquier forma; esto trae como consecuencia un consumo excesivo de las materias primas que lo conforman generando un impacto negativo al medio ambiente y paisajes que los albergan; por otro lado en Perú no se dispone de un marco legal para el residuo del caucho ocasionando un mal manejo de los neumáticos fuera de uso, dando como resultado toneladas de neumáticos abandonados a su suerte sin considerar las grandes cantidades de energía que se invirtieron para ser fabricadas; es por ello que la presente investigación resalta la importancia de reutilizar este tipo de materiales ayudando en cierto modo a combatir los efectos medio ambientales que estos residuos producen e incentivar a los estudiantes a seguir este tipo de investigaciones con la finalidad de que el Ministerio del Ambiente del Perú establezca normas adecuadas para el tratamiento de estos residuos.

El propósito de esta investigación es la de determinar el porcentaje y tamaño adecuado de caucho triturado proveniente de llantas recicladas que se le puede añadir a un concreto estructural sin que sus propiedades se vean severamente afectadas; para llevar a cabo esta investigación se realizó un diseño de mezcla basada en el método ACI 211 para un concreto estructural con resistencia media de 280 kg/cm².

Siguiendo las indicaciones establecidas en las normas ASTM se realizaron ensayos del concreto en estado fresco para determinar el asentamiento y peso unitario, mientras que en el estado endurecido se evaluó su resistencia a la compresión a los 28 y 56 días de curado como también la deformación hasta el momento que se produce la rotura.

Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, indican que la muestra patrón alcanzó los 284 kg/cm² y que al adicionar el 0.35% de aditivo superplastificante este valor aumentó hasta los 292 kg/cm², se concluye también que a los 28 días las partículas de caucho más pequeñas adicionadas al concreto afectan su resistencia en menor medida ya que al agregar el 1% de caucho esta decae hasta los 243 kg/cm² mientras que para el caucho de mayor tamaño la resistencia obtenida fue de 212 kg/cm²; no obstante los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión a los 56 días indican totalmente lo contrario, puesto que con el 1% de grano de caucho adicionado se alcanza una resistencia de 268 kg/cm² mientras que con el polvillo de caucho la resistencia llega a los 236 kg/cm².

ABSTRACT

Concrete is the material most used in the construction sector at the international level, due to its capacity to acquire any form; This results in excessive consumption of raw materials that make up a negative impact on the environment and landscapes that house them; On the other hand, in Peru, there is no legal framework for rubber waste, causing mishandling of used tires, resulting in tons of tires abandoned to their fate without considering the large amounts of energy that were invested to be used. That is why this research highlights the importance of reusing this type of materials helping in some way to combat the environmental effects that these waste produce and encourage students to follow this type of research in order that the Ministry of the Environment of Peru establish adequate standards for the treatment of this waste.

The purpose of this investigation is to determine the percentage and appropriate size of crushed rubber from recycled tires that can be added to a structural concrete without the properties being seen separately; to carry out this research, a mix design based on the ACI 211 method was made for a structural concrete with average resistance of 280 kg/cm².

Following the indications established in the ASTM standards, tests were carried out in the fresh state to determine the settlement and unit weight of the concrete, while in the state its resistance to compression 28 and 56 was maintained as well as deformation of the moment at the moment that it was produced the break.

The results were 284 kg/cm², which allowed adding 0.35% superplasticizer additive this value increased to 292 kg/cm², it is also concluded that after 28 days the smaller rubber particles added to the concrete affect the resistance to a lesser extent than when adding 1% rubber this time to 243 kg/cm² while for the larger rubber the fuel resistance was 212 kg/cm²; however, the results obtained in the tensile strength test at 56 days indicate that, unlike rubber dust, 1% of the rubber grain was added to a resistance of 268 kg/cm² resistance reaches the 236 kg/cm².

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Abad, J. A., y Romero, J. M. (2016). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de concretos autocompactantes de altas prestaciones con la inclusión de fibras plásticas normalizadas y recicladas. Cuenca. Recuperado el 28 de abril de 2018
- ACI 318S-14. (2015). Requisitos de reglamento para concreto estructural. ACI, USA. Recuperado el 14 de Febrero de 2018, de https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf
- Albano, C., Camacho, N., Hernández, M., Bravo, A., y Guevara, H. (2008). Estudio de concreto elaborado con caucho reciclado de diferentes tamaños de partículas. Caracas. Obtenido de: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/5047
- Almeida, N. G. (2011). Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón ambato. universidad técnica de ambato, ecuador. Recuperado el 19 de abril de 2018
- Argos (Dirección). (2016). El concreto autocompactante se impone con el innovador sistema de flujo inverso [Película]. Recuperado el 19 de abril de 2018, de <https://youtu.be/8EFZ4IVjgDg>
- ARQHYS. (2012). ARQHYS Arquitectura. Mármol y su construcción. Recuperado el 23 de abril de 2018, de <http://www.arqhys.com/construcciones/marmol-construccion.html>.
- Astorga, A., y Rivero, P. (2009). Definición de términos básicos. Centro de investigación de gestión integral de riesgos, Venezuela. Recuperado el 28 de Junio de 2018
- ASTM C29. Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice hueco en los agregados. Estados Unidos. Obtenido de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C29C29M-07-SP.htm>
- ASTM C566. Método de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado. Estados Unidos. Obtenido de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C566-97R04-SP.htm>
- ASTM C127. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos. Estados Unidos. Obtenido de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C127-04-SP.htm>
- ASTM C128. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados finos. Estados Unidos. Obtenido de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C128-04a-SP.htm>
- ASTM C136. Método de ensayo normalizado para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos. Estados Unidos. Obtenido de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C136C136M-05-SP.htm>

- Barra, M., Jordana, F., Royano, V., y Vázquez, E. (2009). Realización de ensayos de laboratorio de hormigón con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU). Escola Politècnica Superior D'Edificació de Barcelona. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/6046/Hormig%C3%B3n_con_caucho.pdf
- Berrocal, J. C. (2013). Métodos analíticos y numéricos aplicados al diseño de cimentaciones superficiales considerando su interacción con el suelo. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de ingeniería civil, Lima. Recuperado el 18 de Junio de 2018, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1395/1/berrocal_cj.pdf
- Cabrera, G. Y. (2013). Correlación entre resultados de resistencia de probetas cilíndricas de hormigón de 150x300mm y probetas de 100x200mm parr un rango entre 25 mpa y 40 mpa. universidad técnica particular de loja, loja. Recuperado el 19 de Marzo de 2018
- Cano, J. M. (07 de Mayo de 2015). Patrimonio, urbanismo y medio ambiente. Del aula a la red. Recuperado el 22 de Junio de 2018, de <http://blogs.upm.es/puma/2015/05/07/el-problema-de-la-arena/>
- Cantanhede, A., y Monge, G. (2002). Estado del arte del manejo de llantas usadas en Las Américas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima. Recuperado el 28 de Mayo de 2018, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd24/manejo.pdf>
- Castro, G. (2008). Materiales y compuestos para la industria del neumático. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Buenos Aires. Recuperado el 29 de Junio de 2018.
- CEMEX. (2013). Concretos Estructurales de Alto Comportamiento y las nuevas NTC DF. Mexico, Mexico.
- EFNARC. (2012). Especificaciones y Directrices para el hormigón autocompactable - HAC.
- Estrada R., J. C. (2016). Estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho. Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona. Recuperado el 18 de Junio de 2018
- Fernández, A. (27 de Febrero de 2014). Ingenieríaquímica.net. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <http://www.ingenieriaquimica.net/articulos/346-copolimeros-del-estireno-ii-copolimero-estireno-butadieno-y-copolimero-estireno-metacrilato-de-metilo>
- Fomasier, G., y Balzamo, H. (2011). Concreto Online. Obtenido de Concreto Online: http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=25234:hormigones-autocompactantes-estado-del-arte-en-argentina-&catid=17:articulos-tecnicos&Itemid=100171
- González, V. P., y Rodríguez, J. L. (2008). Influencia del porcentaje de microsílíce sobre la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia a la compresión en estado endurecido de un concreto autocompactante. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Hernández, H. A., y Sánchez, H. D. (2015). Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto usando numáticos triturados como reemplazdo del 15%, 25% y 35% del volumen del agregado

- fino para un concreto con fines de uso estructural. Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Recuperado el 25 de Junio de 2018
- Huincho E. (2011). Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsilíce y nanosilíce con cemento portland Tipo I. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Recuperado el 30 de Mayo de 2018
- IMCYC. (s.f.). Concreto Autocompactado. Construcción & Tecnología. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/concreto.htm>
- INEI. (2017). Producción Nacional. Lima.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2011). El ABC del concreto autocompactable. Construcción y Tecnología.
- Mehta, K. (Octubre de 2000). Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de <http://www.imcyc.com/revista/2000/octubre2000/concreto.htm>
- Miranda, J. L. (2015). Reacciones y sus mecanismos en la degradación de polímeros. Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional, Mexico D.F. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18230/25-1-16842.pdf?sequence=1>
- Moujir, Y.F. y Castañeda, L. (2014). Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos. Colombia. Obtenido:http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o_aplicacion_concreto.pdf?sequence=1
- NTP 334.009. (2013). Cementos. Cemento Portland. Requisitos. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/20899803/334-009-Cemento>
- NTP 400.037. (s.f.). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima.
- Otero, E. (2012). Corrosión y degradación de materiales (Segunda ed.). España: Síntesis S.A. Recuperado el 25 de Junio de 2018
- Palacios, L. P., y Toala, M. J. (2014 - 2015). Diseño de dos muros de contención para el proyecto ciudad casa de la cultura de la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí 2014 - 2015. Tesis de grado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/173/1/DISENO%20DE%20DOS%20MUROS%20DE%20CONTENCION%20PARA%20EL.pdf>
- Pasquel C., E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Lima. Obtenido de: https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru
- Peñaloza, C. R. (2015). Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto reciclado usando neumáticos triturados como reemplazo del 10% y 30% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural. Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2501/1/COMPORTAMIENTO%20MEC%C3%8>

1NICO%20DE%20UNA%20MEZCLA%20%20PARA%20CONCRETO%20RECICLADO%20USA
NDO%20NEUM%C3%81TICOS%20%20TRITURADOS%20COMO.pdf

- Pereda R. y Cubas P. (2015). Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico - económico con los asfaltos convencionales. De la Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad - Trujillo.
- Polanco, A. (2010). Manual de prácticas de laboratorio de concreto. Chihuahua.
- Pozo, E., Neyra, M., Vilchez, E., y Meléndez, M. (2007). Factores asociados a la infestación intradomiciliaria por *Aedes Aegypti* en el distrito de Tambogrande, Piura 2004. Lima. Recuperado el 26 de Mayo de 2018, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v24n2/a08v24n2.pdf>
- Puertas, F. (2008). Aditivos superplastificantes basados en policarboxilatos y poliéteres. Cemento Hormigon, 18 - 28. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2515920>
- Rabanal, D. C., y Su, A. R. (Abril de 2017). Diseño de un Concreto Autocompactable. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
- Robayo, R., Matthey, P., y Delvasto, S. (2013). Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (cca) y reforzado con fibras de acero. Cali.
- Robayo, R., Matthey, P., Silva, Y., y Delvasto, S. (2014). Comportamiento en estados frescos y endurecido de un concreto autocompactante, adicionado con escoria de carbón, y elaborado con agregado grueso de concreto reciclado. Cali.
- Robayo, R., Silva, Y., Delvasto, S., y Matthey, P. (2016). Obtención de concretos autocompactantes empleando adiciones de escoria de carbón finamente molida,. Cali.
- Rojas, J. F. (2015). Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico. Univerisad Privada Antenor ORREGO, Trujillo. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2040/1/RE_ING.CIVIL_JOSE.ROJAS_RESISTENCIA.DEUN.CONCRETO.VIDRIO.SODICO_DATOS_.PDF
- Rojas, C. R., y Quispe, R. (2017). Tecnologías a emplearse para minimizar el impacto ambiental causada por la explotación de la cantera "Andinos S.A.C.". Huancavelica. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/353327004/Trabajo-Del-Proyecto>.
- Rojas L. (2015). Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico. De la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Romero, A. O. (2014). Diseño estructural y comparación de una edificación multifamiliar de 06 niveles usando vigas peraltadas convencionales y una edificación utilizando vigas preesforzadas en

- diversos ambientes. Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Recuperado el 15 de Junio de 2018.
- Salvatierra, J. M. (2014). Desarrollo de un aglomerado asfáltico con polvo de caucho, en la ciudad de Huanta - Ayacucho. universidad nacional de san cristóbal de huamanga - facultad de ingeniería química y metalurgia, Ayacucho. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1042/Tesis%20Q482_Sal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, L. Y. (Diciembre de 2014). Efecto del Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete en la resistencia mecánica del concreto autocompactante. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sanchez M. y Tapia M. (2015). Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días. De la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Santos, A., Betancourt, J., y Villegas, N. (2012). Residuo de mármol como insumo en la construcción civil. Durango.
- Scielo. (24 de Agosto de 2012). Revista de la construcción. Obtenido de Revista de la construcción: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000200003
- Silva, O. J. (5 de Enero de 2017). Blog 360° en concreto. Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <http://blog.360gradosenconcreto.com/se-produce-proceso-hidratacion-del-cemento/>
- Silva, Y., Burgos, D., Valencia, W., Delvasto, S., y Alvarez, J. (2013). Concretos autocompactantes a partir de lodo calcáreo de la industria papelera. Cali.
- Silva, Y., Delvasto, S., Matthey, P., y Robayo, R. (2015). Obtención de concretos autocompactantes empleando residuos de demolición. Cali.
- Swaneck, J. (2011). Reciclado de neumáticos fuera de uso y su aplicación en la construcción. Tesis de título en Ingeniero, Universidad Mayor, Chile. Recuperado el 25 de Mayo de 2018, de <http://www.ingenews.cl/web/download/publicaciones/118.pdf>
- Tejeda, V. C. (2007). Estudio de las alternativas de aprovechamiento de las llantas en desuso. México. Obtenido de: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7142/RESENDIZ.pdf?sequence=1>
- Torres O., H. A. (2014). VALoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Bogotá. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/169>
- Tupa O., A. M. (2018). Concreto estructural liviano con escoria y ceniza volcánicas del distrito de Yura. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Recuperado el 18 de Mayo de 2018.

- Valverde, C., Serrano, Y., y Domínguez, J. (abril de 2016). Nuevas tecnologías en el mundo de los aditivos superplastificantes para hormigón. Obras Urbanas, 38, 39, 40, 41 y 42. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de <https://www.obrasurbanas.es/revistas/revista-obras-urbanas-56/>
- Venegas, L. C. (2016). Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa ARGOS. Fundación Universidad de América, BOGOTÁ. Recuperado el 15 de Junio de 2018.